

Fyzikální praktikum III

Úloha č. 20

Název.: Stavba Michelsnova interferometru a ověření jeho funkce

Měřil.: Michal Švanda.....**dne:**...15. března 2001.....

odevzdal dne:.....vráceno:.....

odevzdal dne:.....vráceno:.....

odevzdal dne:.....

Posuzoval:.....**dne:**.....

Výsledek klasifikace:.....

Připomínky:

Pracovní úkol

1. Změřte divergenci laserového svazku.
2. Z optické stavebnice sestavte Michelsonův interferometr. K rozšíření svazku sestavte Galileův teleskop. Ze známých ohniskových délek použitých čoček spočtete, kolikrát bude laserový svazek rozšířen a porovnejte s naměřenou hodnotou.
3. Pozorujte interferenční proužky při změně polohy zrcadla Z3, vysvětlete pozorovaný efekt. Do jednoho z interferujících svazků vložte některé z přiložených skel. Popište a vysvětlete změny v interferenčním obrazci.

Teoretický úvod

viz přiložený studijní text stažený z webové stránky Fyzikálních praktik.

Výsledky měření

1. Změřil jsem divergenci laserového svazku. Provedl jsem to tak, že jsem změřil průměr svazku paprsků (D_1 a D_2) ve dvou vzdálenostech (s_1 a s_2) od laserového generátoru. Chybu jsem odhadl na $\pm 0,5$ mm, protože svazek nebyl ostře ohraničený. Podle vzorce [R1] jsem vypočítal jeho divergenci d a pomocí vzorce [R2] odhadl teoretickou minimální divergenci d_m , jejíž podstatou jsou ohybové jevy na výstupní apertuře laserového generátoru (vlnová délka použitého světla je v zadání úlohy - $\lambda=632,8$ nm).

Naměřené hodnoty:

$$D_1 = (1,5 \pm 0,5) \text{ mm}$$

$$D_2 = (7 \pm 0,5) \text{ mm}$$

$$s_1 = (25 \pm 1) \text{ mm}$$

$$s_2 = (2420 \pm 20) \text{ mm}$$

Vypočítané hodnoty:

$$s = |s_2 - s_1| = (2395 \pm 21) \text{ mm}$$

$$\text{divergence } d = (2,30 \pm 0,08) \times 10^{-3}$$

$$\text{minimální divergence } d_m = (0,8 \pm 0,6) \times 10^{-3}$$

2. Po zařazení Galileova dalekohledu do dráhy svazku jsem znovu změřil jeho průměr D_3 , vypočítal rozšíření paprsku r za dalekohledem (podle vzorce [R4]) a porovnal s teoretickou hodnotou rozšíření z vypočteného podle vztahu [R3]).

Naměřené hodnoty:

$$D_3 = (11 \pm 1) \text{ mm}$$

$$D_1 = (1,5 \pm 0,5) \text{ mm}$$

Vypočítané hodnoty:

$$z = 8$$

$$r = (7,3 \pm 2,5)$$

3. Podle návodu uvedeného na webových stránkách Fyzikálních praktik jsem sestavil Michelsonův interferometr. Při promítnutí výsledného svazku na zeď jsem mohl pozorovat interferenční proužky stejného sklonu.

Celá aparatura byla velmi citlivá na jakýkoli otřes v laboratoři. Při posouvání mikrometrickým šroubem, kterým se mění vzdálenost zrcadel a tím drahový rozdíl paprsků odpovědných za interferenci, jsem pozoroval pohyb interferenčních proužků a změnu jejich sklonu a také se měnila jejich šířka.

Při vložení skla do dráhy svazku také došlo k podobné změně jako při posunu mikrometrickým šroubem.

Diskuse

1. Naměřená a minimální divergence laserového svazku jsou i v rámci svých experimentálních chyb značně odlišné. Protože obě hodnoty vycházejí ze změřených průměrů laserových svazků je pravděpodobné, že právě v tomto měření může být vysvětlení této skutečnosti. Svazek totiž nemá ostré obrysy a lidské oko velmi obtížně odhaduje jasy v absolutní škále. V rámci chyby je shoda obou hodnot alespoň řádová. Chyby obou získaných hodnot jsou myšleny jako chyby maximální a jsou stanoveny odhadem (např. z průhybu pásového měřítka apod.). Dále je minimální divergence odvozena pouze z ohybových jevů na výstupní apertuře - nicméně je dost pravděpodobné, že se na divergenci svazku budou podílet i jiní činitelé - např. laserový svazek ještě před průchodem aperturou zřejmě nebude ideální nedivergentní, ale bude projevovat jistou divergenci - i když malou.

2. Změřené rozšíření svazku se v rámci experimentální chyby shoduje s rozšířením teoreticky vypočítaným.

3. Po sestavení interferometru jsem pozoroval interferenční proužky. Jde o proužky stejného sklonu, protože nejsou lokalizovány v prostoru a souvisejí s úhlem, pod kterým dopadne paprsek divergentního svazku na rozhraní (dělič svazku) a pod jakým se od rozhraní odrazí. Maxima nebo minima pak vznikají v místech, kde je tento úhel stejný. Při posouvání mikrometrickým šroubem dochází ke změně drahového rozdílu obou paprsků a tedy tvorbě maxim v jiných místech, než se vyskytovaly v původní poloze, což budí dojem, že se interferenční proužky hýbou. Jejich proměnná tloušťka souvisí s tím, že jde o proužky stejného sklonu a my posunem zrcadla pomocí mikrometrického šroubu měníme odrazový úhel a tím měníme vzdálenost mezi jednotlivými maximy (jejich šířku).

V důsledku chvění celé aparatury je však tento jev velmi obtížné pozorovat.

Závěr

Sestavil jsem Michelsonův interferometr a ověřil jeho funkci.